

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002124180  
PUBLICATION DATE : 26-04-02

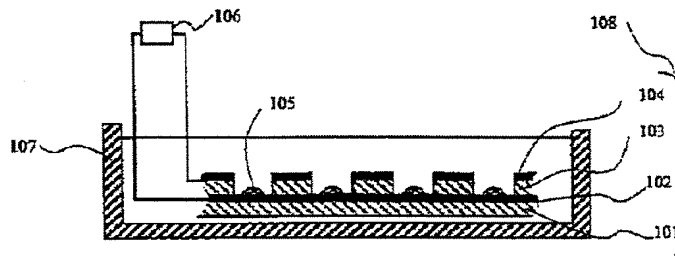
APPLICATION DATE : 18-10-00  
APPLICATION NUMBER : 2000318393

APPLICANT : CANON INC;

INVENTOR : TERAMOTO YOJI;

INT.CL. : H01J 9/02 H01J 1/304 H01J 29/04  
H01J 31/12

TITLE : MANUFACTURING METHOD OF  
ELECTRON-EMITTING ELEMENT,  
ELECTRON-EMITTING ELEMENT,  
ELECTRON SOURCE AND IMAGE  
FORMING DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a manufacturing method of electron-emitting elements, which manufactures low-voltage and high-efficiency electron-emitting elements with small electron beam diameter by alleviating manufacturing variation through controlling adhesion of electron-emitting materials as well as to provide electron-emitting elements thus manufactured, electron source, and an image forming device.

SOLUTION: A base body 108 is dipped in a solution with particles of an electron-emitting material dispersed, a first electrode 102 and a second electrode 104 are used as an anode or a cathode and a voltage is applied on the particles of the electron-emitting material to induce their dielectric migration, and then, the particles are adhered on the first electrode 102.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-124180  
(P2002-124180A)

(43)公開日 平成14年4月26日(2002.4.26)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード*(参考)
H 0 1 J	9/02	H 0 1 J	B 5 C 0 3 1
	1/304		5 C 0 3 6
	29/04		C
	31/12		F

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 11 頁)

(21)出願番号 特願2000-318393(P2000-318393)

(22)出願日 平成12年10月18日(2000.10.18)

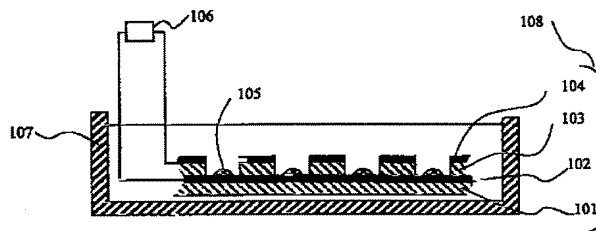
(71)出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(72)発明者 寺本 洋二  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内  
(74)代理人 100085006  
弁理士 世良 和信 (外2名)  
Fターム(参考) 5C031 DD17  
5C036 EE02 EE03 EE14 EF01 EF06  
EF08 EG02 EG12 EH26

(54)【発明の名称】 電子放出素子の製造方法、電子放出素子、電子源及び画像形成装置

(57)【要約】

【課題】 電子放出材料の付着を制御することによって製造上のばらつきを軽減し、電子ビーム径が小さく低電圧で高効率な電子放出素子を簡易に製造する電子放出素子の製造方法、またその製造方法で製造される電子放出素子、電子源及び画像形成装置を提供する。

【解決手段】 基体108を電子放出材料の粒子を分散した溶液中に浸し、第1の電極102と第2の電極104を陽極又は陰極として利用し、電圧を印加して電子放出材料の粒子の誘電泳動を行い、第1の電極102に電子放出材料の粒子を付着させる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】第1の電極と第2の電極を有した基体を、電子放出材料の粒子を分散させた溶液中に浸す工程と、前記溶液中で、前記第1の電極を陽極又は陰極として誘電泳動を行い、前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程と、を有することを特徴とする電子放出素子の製造方法。

【請求項2】第1の電極と第2の電極を有した基体を、電子放出材料の粒子を分散させた溶液中に浸す工程と、前記溶液中で、前記第1及び第2の電極を陽極又は陰極として誘電泳動を行い、前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程と、を有することを特徴とする請求項1に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項3】前記基体は、基板上に前記第1の電極を形成し、前記第1の電極上に孔を有する前記絶縁層及び第2の電極を順次形成した構造であることを特徴とする請求項1又は2に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項4】前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程では、前記溶液中に前記第1の電極と対向させて第3の電極を配置し、前記第1、第2、及び第3の電極を陽極又は陰極として誘電泳動を行うことを特徴とする請求項2又は3に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項5】前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程では、前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着した後、前記第2の電極に他の電極との電位関係が付着時と逆転する電圧を印加することを特徴とする請求項2、3、又は4に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項6】前記第1の電極の面積は、前記第2の電極の面積よりも小さいことを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一つに記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項7】前記第1の電極の面積は、前記第3の電極の面積よりも小さいことを特徴とする請求項4、5、又は6に記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項8】前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程の後、前記第1の電極に付着した前記電子放出材料の粒子を固定するための熱処理工程を有することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか一つに記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項9】前記孔の開口形状は、円形、楕円形、多角形、及びスリット形状のうちのいずれか1種の形状をなすことを特徴とする請求項3乃至8のいずれか一つに記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項10】前記電子放出材料の粒子は、炭素化合物であることを特徴とする請求項1乃至9のいずれか一つに記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項11】前記溶液中に金属イオンを含有させたことを特徴とする請求項1乃至10のいずれか一つに記載の電子放出素子の製造方法。

【請求項12】請求項1乃至11のいずれか一つに記載の電子放出素子の製造方法によって製造されたことを特徴とする電子放出素子。

【請求項13】複数の電子放出素子を有する電子源であって、該電子放出素子が請求項12に記載の電子放出素子であることを特徴とする電子源。

【請求項14】前記電子放出素子がマトリクス状に配線されたことを特徴とする請求項13に記載の電子源。

【請求項15】電子源と画像形成部材とを備える画像形成装置であって、前記電子源が請求項13又は14に記載の電子源であることを特徴とする画像形成装置。

【請求項16】前記画像形成部材は、蛍光体であることを特徴とする請求項15に記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子放出素子の製造方法に関し、それを用いた電子放出素子、電子源及び画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、電子放出素子として熱電子放出素子と冷陰極電子放出素子の2種類が知られている。冷陰極電子放出素子には電界放出型（以下、FE型と称する）、金属／絶縁層／金属型（以下、MIM型と称する）や、表面伝導型電子放出素子等がある。

【0003】近年、ディスプレイ装置等の画像形成装置に関する研究は、ディスプレイ装置の薄型化を推し進める方向にある。このため、電子放出素子を用いた薄型化に有利な電界放出型ディスプレイ装置（以下、FEDと略称する）が注目を浴びている。

【0004】このFEDは、電界放出型の平面陰極線管であり、各画素に対応した部分に、電界放出型カソードと該電界放出型カソードと対向するように配設されたアノード電極及び蛍光体とを有し、この画素がマトリクス状に配列されることによってディスプレイ装置を構成している。

【0005】そして、FEDは、電界放出型カソードから放出された電子が、該電界放出型カソードとアノード電極との間の電界により加速されて蛍光体に衝突し、これにより蛍光体が励起されて発行し、画像を表示する。

【0006】上記のように、電子放出素子を画像形成装置に応用するには、蛍光体を十分な輝度で発光させる放出電流が必要である。また、ディスプレイ装置の高精細化のためには蛍光体に照射される電子ビームの径が小さいものである事が要求される。そして製造し易いという事が重要である。

【0007】FE型電子放出素子の例としてSpindt型の電子放出素子がある。Spindt型では、放出点としてマイクロチップが形成され、その先端から電子

が放出される構成が一般的である。

【0008】Spindt型のマイクロチップを作製するには、ガラス等の基板上に導電層である、ベース電極を形成し、該ベース電極上に絶縁層を形成し、さらにこの上に導電性の膜であるゲート電極を設け、これにゲート電極側からベース電極まで達する微細孔を形成する。この微細孔に電子放出材料である高融点金属またはSiを用いてマイクロチップを形成する。該マイクロチップの形成には、リフトオフ法などを利用して、先端の曲率半径が数十nm程度とされた錘状形状とし、錘状形状の先端がゲート電極側を向くように作製される。

【0009】電子ビームの広がりを防ぐ例としては、電子放出部上方に収束電極を配置した例がある。これは放出された電子ビームを収束電極の負電位により絞るのが一般的だが、製造工程が複雑となり、製造コストの増大を招く。

【0010】電子ビーム径を小さくする別の例としては、Spindt型のようなマイクロチップを形成しない方法がある。たとえば、特開平8-096703号公報、特開平8-096704号公報に記載されたものがある。

【0011】これは孔内に配置した薄膜から電子放出を行わせるため、電子放出面上に平坦な等電位面が形成され、電子ビームの広がりが小さくなるという利点がある。

【0012】また、電子放出物質として低仕事関数の構成材料を使用することで、マイクロチップを形成しなくても電子放出が可能であり、低駆動電圧が図れる。

【0013】さらに、電子放出が面で行われるために、電界の集中がおきず、破壊がおこらず、長寿命である。

【0014】さらに電子ビーム径が小さく、駆動電圧を低く抑える方法として、カソード電極の形状を改善する手法を用いた例がある。たとえば、特開平8-293244号公報、特開平10-125215号公報、特開平2000-67736号公報、USP5473218に記載されたものがある。

【0015】これらは、カソード電極を凹型にし、その溝中に電子放出材料を形成することで、前記に示したビーム径、駆動電圧を改善している。

【0016】前記のように孔内に配置した電子放出素子の製造方法として、電気泳動を利用して作製する方法がある。例えば、特開平8-241664号公報、特開平8-227655号公報、特開平11-329217号公報が挙げられる。電気泳動法は、真空や、高温を必要としないプロセスであり、大面積化が容易である。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、電気泳動法を用いた電子放出素子の製造方法では、帯電した粒子と電極間において、電子の授受を行うため、孔内のカソード電極表面全面にほぼ一様に電子放出材料が付着し

てしまう。このため、孔内側壁付近の電子放出材料から放出された電子が、孔内側壁に衝突することにより、側壁のチャージアップや、電子の散乱による電子ビーム径の広がり等の問題が生じる。

【0018】また、電気泳動法は直流電圧が必要であるため、電気泳動時に溶液の電気分解等によるガスの発生が伴うことがあり、プロセス上問題である。

【0019】本発明は上記の従来技術の課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、電子放出材料の付着を制御することによって製造上のばらつきを軽減し、電子ビーム径が小さく低電圧で高効率な電子放出素子を簡易に製造する電子放出素子の製造方法、またその製造方法で製造される電子放出素子、電子源及び画像形成装置を提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の電子放出素子の製造方法にあつては、第1の電極と第2の電極を有した基体を、電子放出材料の粒子を分散させた溶液中に浸す工程と、前記溶液中で、前記第1の電極を陽極又は陰極として誘電泳動を行い、前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程と、を有することを特徴とする。

【0021】第1の電極と第2の電極を有した基体を、電子放出材料の粒子を分散させた溶液中に浸す工程と、前記溶液中で、前記第1及び第2の電極を陽極又は陰極として誘電泳動を行い、前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程と、を有することが好適である。

【0022】前記基体は、基板上に前記第1の電極を形成し、前記第1の電極上に孔を有する前記絶縁層及び第2の電極を順次形成した構造であることが好適である。

【0023】前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程では、前記溶液中に前記第1の電極と対向させて第3の電極を配置し、前記第1、第2、及び第3の電極を陽極又は陰極として誘電泳動を行うことが好適である。

【0024】前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程では、前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着した後、前記第2の電極に他の電極との電位関係が付着時と逆転する電圧を印加することが好適である。

【0025】前記第1の電極の面積は、前記第2の電極の面積よりも小さいことが好適である。

【0026】前記第1の電極の面積は、前記第3の電極の面積よりも小さいことが好適である。

【0027】前記第1の電極に前記電子放出材料の粒子を付着する工程の後、前記第1の電極に付着した前記電子放出材料の粒子を固定するための熱処理工程を有することが好適である。

【0028】前記孔の開孔形状は、円形、楕円形、多角

形、及びスリット形状のうちのいずれか1種の形状をなすことが好適である。

【0029】前記電子放出材料の粒子は、炭素化合物であることが好適である。

【0030】前記溶液中に金属イオンを含有させたことが好適である。

【0031】本発明の電子放出素子にあっては、上記の電子放出素子の製造方法によって製造されたことを特徴とする。

【0032】本発明の電子源にあっては、複数の電子放出素子を有する電子源であって、該電子放出素子が上記の電子放出素子であることを特徴とする。

【0033】前記電子放出素子がマトリクス状に配線されたことが好適である。

【0034】本発明の画像形成装置にあっては、電子源と画像形成部材とを備える画像形成装置であって、前記電子源が上記の電子源であることを特徴とする。

【0035】前記画像形成部材は、蛍光体であることが好適である。

【0036】

【発明の実施の形態】以下に図面を参照して、実施の形態を例示的に詳しく説明する。ただし、この課題を解決するための手段に記述されている構成部品の寸法、材質、形状、その相対配置などは、特に特定の記載がない限りは、この発明の範囲をそれらのみに限定する趣旨のものではなく、また、第1、第2、第3の電極及びアノード電極に印加される電圧、あるいは電圧波形等の条件も、特に記載がない限り、それらのみに限定する趣旨のものではない。

【0037】本実施の形態に係る電子放出素子の製造方法の流れを図3に示す。本実施の形態では、最初に、微細孔を有する基体を作製する。詳しい基体の作製法は、後述する。次に、誘電泳動法によって第1の電極に電子放出材料を付着し、微細孔の底面に電子放出部を形成する。そして、第1の電極に付着した電子放出材料を熱処理して固定する。

【0038】次に、本発明の特徴部分である第1の電極に電子放出材料の粒子を付着する誘電泳動工程を説明する。図1、図2は本実施の形態に係る誘電泳動工程を示す概略図である。

【0039】図1に示すように、電解槽107内で基体108を電子放出材料の粒子を分散した溶液に浸し、第1の電極102と第2の電極104を陽極又は陰極として利用し、電圧を印加して電子放出材料の粒子の誘電泳動を行う。そして、誘電泳動により、第1の電極102に電子放出材料の粒子を付着させる。

【0040】あるいは、基体108と別に他の電極を溶液中に配置し、第1の電極102と他の電極を陽極又は陰極として、誘電泳動を行ってもよい。

【0041】また、図2に示すように、基体108と別

に第3の電極109を溶液中に配置し、第1の電極102、第2の電極104、及び第3の電極109の3端子を陽極又は陰極として利用し、誘電泳動を行ってもよい。

【0042】本発明で使用する誘電泳動法は、荷電していない電子放出材料の粒子を溶液中に分散させ、溶液中で電極間に電圧を印加して誘電泳動により電子放出材料の粒子を電極に集める方法である。

【0043】なお、電気泳動では、荷電粒子が電界中で反対の電荷をもつ電極に向かって移動する現象であり、均一電解中でも不均一電界中でも起こる。

【0044】これに対して、誘電泳動は、不均一電界中に置かれた誘電体（ここでは、電子放出材料の粒子）が分極し、その誘起双極子と電界との相互作用によって生じる力により粒子が移動する。この場合、粒子は、電界の絞り部、即ち電気力線の集中する部分に移動し、電極に集められる。

【0045】また、電気泳動では、直流又は整流されたパルスの印加電圧である必要があるが、誘電泳動では、交流やパルス等のいずれの印加電圧であってもよい。

【0046】以上のような誘電泳動を行うには、電圧印加のための対向電極間に電界の絞り部を形成しなければならない。この電界の絞り部は電界が集中する部分であって、この部分で電気力線の密度が高くなり、この部分に向かって粒子が移動して集められる。

【0047】本発明においては、基体108の第1の電極102と第2の電極104間に存在する絶縁層103をこの電界の絞り部として利用する。即ち、基体108上で第2の電極104及び絶縁層103に形成される微細孔によって、第1の電極102に導かれる電気力線の密度が高くなり、電界の絞り部として利用されている。

【0048】図4は誘電泳動工程時の電気力線の状態を模式的に示したものである。401は第1の電極102に導かれる電気力線を示し、402は電気力線の密度が高い部分に向かって移動する電子放出材料の粒子を示している。

【0049】したがって、基体108の微細孔の底面である第1の電極102表面の中心部に電子放出材料の粒子が集中するので、形成される電子放出部105は微細孔の底面において中心が最も盛り上がった山形状となる。

【0050】このため、微細孔内側壁付近の電子放出部105から放出された電子が、微細孔内側壁に衝突することが抑制され、側壁のチャージアップや電子の散乱による電子ビーム径の広がり等を抑制できる。

【0051】なお、第1の電極102について、電子放出材料の粒子との接合や誘電泳動工程時における電界集中を効率よく生じさせることを目的として、誘電泳動工程の前処理を行ってもよい。

【0052】前処理としては、例えば、第1の電極10

2に、金属めっき、電界エッチング等の表面処理を行ってもよい。あるいは、誘電泳動工程に使用される溶液中に、金属塩を入れてもよい。金属塩は、溶液中で金属イオンとなり、第1の電極102と電子放出材料の粒子との物理的及び電気的な接合強度を増加する。

【0053】誘電泳動工程で電極間に電圧を印加する電源装置としては、直流電源、交流電源、高電圧パルス電源等がある。

【0054】交流電圧を印加する場合、周波数10～10<sup>10</sup>Hz、好ましくは10<sup>5</sup>～10<sup>8</sup>Hz、電圧10V～100kVが望ましい。交流電圧を印加した場合には、溶液の電気分解等によるガスの発生を抑制することができ、製造の容易性を向上することができる。

【0055】また、誘電泳動工程において、第2の電極104（電子放出素子としては第1の電極102（アノード）から電子を引き出すゲートとなる）上に電子放出材料が付着することがあるが、これは第1の電極102に電子放出材料を付着させた時と第2の電極104の電位関係が逆転する逆電圧を第2の電極104に印加することで、第2の電極104から電子放出材料の粒子を取り除くことができる。

【0056】以上の誘電泳動工程を用いる製造方法によって製造される本実施の形態に係る電子放出素子について、以下に詳述する。

【0057】予め、その表面を十分に洗浄した、石英ガラス、Na等の不純物含有量を減少させたガラス、青板ガラス、シリコン基板等にスパッタ法等によりSiO<sub>2</sub>を積層した積層体、アルミナ等セラミックスの絶縁性基板のうち、いずれか一つを基板101として用い、基板101上に第1の電極102を積層する。

【0058】第1の電極102は一般的に導電性を有しており、蒸着法、スパッタ法等の一般的真空成膜技術、フォトリソグラフィ技術により形成される。

【0059】第1の電極102の材料は、例えば、Be、Mg、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Al、Cu、Ni、Cr、Au、Pt、Pd等の金属または合金材料、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、HfB<sub>2</sub>、ZrB<sub>2</sub>、LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、YB<sub>4</sub>、Gd<sub>2</sub>B<sub>4</sub>等の硼化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、有機高分子材料、アモルファスカーボン、グラファイト、ダイヤモンドライクカーボン、ダイヤモンドを分散した炭素及び炭素化合物等から適宜選択される。

【0060】第1の電極102の厚さとしては、数十nmから数mmの範囲で設定され、好ましくは数百nmから数μmの範囲で選択される。

【0061】次に、絶縁層103を堆積する。

【0062】絶縁層103は、スパッタ法等の一般的な真空成膜法、CVD法、真空蒸着法で形成され、その厚さとしては、数nmから数μmの範囲で設定され、好ま

しくは数十nmから数百nmの範囲から選択される。望ましい材料としてはSiO<sub>2</sub>、SiN、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaF<sub>2</sub>、アンドープダイヤモンド等の高電界に絶えられる耐圧の高い材料が望ましい。

【0063】更に、絶縁層103に続き、第2の電極104を堆積する。

【0064】第2の電極104は、第1の電極102と同様に導電性を有しており、蒸着法、スパッタ法等の一般的真空成膜技術、フォトリソグラフィ技術により形成される。第2の電極104の材料は、例えば、Be、Mg、Ti、Zr、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Al、Cu、Ni、Cr、Au、Pt、Pd等の金属または合金材料、TiC、ZrC、HfC、TaC、SiC、WC等の炭化物、HfB<sub>2</sub>、ZrB<sub>2</sub>、LaB<sub>6</sub>、CeB<sub>6</sub>、YB<sub>4</sub>、Gd<sub>2</sub>B<sub>4</sub>等の硼化物、TiN、ZrN、HfN等の窒化物、Si、Ge等の半導体、有機高分子材料等から適宜選択される。

【0065】第2の電極104の厚さとしては、数nmから数十μmの範囲で設定され、好ましくは数十nmから数μmの範囲で選択される。

【0066】なお、第1の電極102及び第2の電極104は、同一材料でも異種材料でも良く、また、同一形成方法でも異種方法でも良い。

【0067】そして、第2の電極104上に、フォトリソグラフィ技術によりマスクパターンを形成する。

【0068】その後、エッチングを行い、マスクパターンされていない絶縁層103及び第2の電極104の一部が第1の電極102から取り除かれた、積層構造が形成される。積層構造は、絶縁層103及び第2の電極104にエッチングにより微細孔を形成した状態である。

【0069】ただし、本エッチング工程は、第1の電極102上で停止しても良いし、第1の電極102の一部もエッチングされても良い。エッチング工程は、絶縁層103及び第2の電極104の材料に応じてエッチング方法を選択すれば良い。

【0070】次に、微細孔の底面となっている第1の電極102表面に電子放出部105を成膜する。この電子放出部105は、本発明の特徴である誘電泳動法により形成される。

【0071】電子放出部105の材料は、例えば、グラファイト、フラーレン、カーボンナノチューブ、ダイヤモンドライクカーボン、ダイヤモンドを分散した炭素及び炭素化合物等から適宜選択される。

【0072】電子放出部105の膜厚としては、数nmから数μmの範囲で設定され、好ましくは数nmから数百nmの範囲で選択される。

【0073】以上のようにして、絶縁層103及び第2の電極104に微細孔を有し、この微細孔の底面である第1の電極102表面に電子放出部105を形成した基体108、即ち電子放出素子を製造している。

【0074】そして、図5は本実施の形態に係る製造方法で製造された電子放出素子の駆動状態を示している。110は第1及び第2の電極102、103間に印加される電圧を供給する電源である。112はアノード電極111へ印加する印加電圧を供給する電源112である。

【0075】また、基体108の微細孔の開口径W1は、素子を構成する材料や、誘電率、電子放出材料の仕事関数と駆動電圧、必要とする放出電子ビームの形状により適宜設定される。

【0076】本実施の形態の製造方法により製造された電子放出素子を適用した応用例について以下に述べる。この電子放出素子は、その複数個を基体上に配列することによって、例えば電子源、あるいは画像形成装置を構成することができる。

【0077】図6を用いて、本実施の形態の電子放出素子を複数配列して得られる電子源について説明する。図6において、601は電子源基体、602はX方向配線、603はY方向配線、604は本実施の形態の電子放出素子、605は結線である。

【0078】X方向配線602は、 $D \times 1$ 、 $D \times 2$ 、… $D \times m$ のm本の配線から成り、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された導電性金属等で構成することができる。配線の材料、膜厚、幅は適宜設計される。

【0079】Y方向配線603は、 $D_y 1$ 、 $D_y 2$ 、… $D_y n$ のn本の配線から成り、X方向配線602と同様に形成される。

【0080】これらm本のX方向配線602とn本のY方向配線603との間には、不図示の層間絶縁層が設けられており、両者を電氣的に分離している。ここで、m及びnは共に正の整数である。

【0081】不図示の層間絶縁層は、真空蒸着法、印刷法、スパッタ法等を用いて形成された $SiO_2$ 等で構成される。不図示の層間絶縁層は、例えば、X方向配線602を形成した基体601の全面或いはその一部に所望の形状で形成され、特にX方向配線602とY方向配線603との交差部の電位差に耐え得るように、膜厚、材料、製法が適宜設定される。

【0082】ここで、X方向配線602とY方向配線603は、それぞれ外部端子として引き出されている。

【0083】電子放出素子604を構成する一対の電極層（不図示）は、m本のX方向配線602及びn本のY方向配線603と導電性金属等から成る結線605によって電氣的に接続されている。

【0084】X方向配線602、Y方向配線603、結線605、及び一対の素子電極を構成する材料は、その構成元素の一部あるいは全部が同一であっても、またそれぞれ異なっても良い。これらの材料としては、例えば、前述の素子電極である第1の電極102及び第2

の電極104の材料より適宜選択される。素子電極を構成する材料と配線材料が同一である場合には、素子電極に接続した配線は素子電極ということもできる。また、素子電極を配線電極として用いることもできる。

【0085】X方向配線602には、X方向に配列した電子放出素子604の行を選択するための、走査信号を印加する不図示の走査信号印加手段が接続される。一方、Y方向配線603には、Y方向に配列した電子放出素子604の各列を入力信号に応じて変調するための、不図示の変調信号発生手段が接続される。各電子放出素子604に印加される駆動電圧は、当該電子放出素子604に印加される走査信号と変調信号の差電圧として供給される。

【0086】上記構成の電子源においては、単純なマトリクス配線を用いて、個別の電子放出素子604を選択し、独立に駆動可能とすることができる。

【0087】このような単純マトリクス配置の電子源を用いて構成した画像形成装置について、図7を用いて説明する。図7は、画像形成装置の表示パネルの一例を示す模式図である。

【0088】図7において、601は電子放出素子604を複数配した電子源基体、701は電子源基体601を固定したリアプレート、706はガラス基体703の内面に画像形成部材である蛍光体としての蛍光膜704とメタルバック705等が形成されたフェースプレートである。

【0089】702は支持枠であり、支持枠702には、リアプレート701、フェースプレート706がフリットガラス等を用いて接続されている。

【0090】707は外囲器であり、例えば、大気中あるいは窒素中で、400～500℃の温度範囲で10分以上焼成することで、封着して構成される。

【0091】外囲器707は、上述した通り、フェースプレート706、支持枠702、リアプレート701で構成される。

【0092】リアプレート701は主に電子源基体601の強度を補強する目的で設けられるため、電子源基体601自体で十分な強度を持つ場合は、別体のリアプレート701は不要とすることができる。

【0093】即ち、電子源基体601に直接支持枠702を封着し、フェースプレート706、支持枠702及び基体601で外囲器707を構成しても良い。

【0094】一方、フェースプレート706、リアプレート701間に、スペーサとよばれる不図示の支持体を設置することにより、大気圧に対して十分な強度をもつ外囲器707を構成することもできる。

【0095】なお、本実施の形態の電子放出素子を用いた画像形成装置では、放出した電子軌道を考慮して、電子放出素子604上部に蛍光体（蛍光膜704）をアライメントして配置する。

【0096】図8は、本件の表示パネルに使用した蛍光膜704を示す模式図である。カラーの蛍光膜の場合は、蛍光体の配列により図8(a)に示すブラックストライプあるいは図8(b)に示すブラックマトリクス等と呼ばれる黒色導電材801と蛍光体802とから構成した。

【0097】なお、本実施の形態の画像形成装置は、テレビジョン放送の表示装置、テレビ会議システムやコンピュータ等の表示装置の他、感光性ドラム等を用いて構成された光プリンターとしての画像形成装置等としても用いることができる。

【0098】

【実施例】以下本発明の実施例を詳細に説明する。

【0099】(実施例1)以下に、本実施例の電子放出素子の製造工程を図1及び図5を用いて詳細に説明する。

【0100】初めに、本実施例で使用する基体108を作製する。

【0101】(工程1)まず、基板101に石英を用い、十分洗浄を行った後、スパッタ法により、基板101上に、第1の電極102の材料として厚さ300nmのTiを成膜した。

【0102】(工程2)次に、第1の電極102上に、絶縁層103を作製するために、原料ガスとしてSiH<sub>4</sub>、O<sub>2</sub>を使用してプラズマCVD法により、SiO<sub>2</sub>を約1000nm成膜した。

【0103】(工程3)次に、絶縁層103上に、第2の電極104として、Alを200nmの厚さになるように抵抗加熱蒸着により成膜した。

【0104】(工程4)次に、フォトリソグラフィで、ポジ型フォトレジスト(AZ1500/クラリアント社製)のスピンコーティング、フォトマスクパターンを露光、現像し、マスクパターンを第2の電極104上に形成した。このときのマスクパターンされていない部分の開口径W1は1μmとした。

【0105】(工程5)マスクパターンをマスクとして、熱リン酸により、第2の電極104をウェットエッチングし、引き続きCF<sub>4</sub>を用いたドライエッチングにより、絶縁層103をエッチングし、第1の電極102でエッチングを停止させた。

【0106】(工程6)次に図1に示されるような、装置系を用いて誘電泳動を行った。このときの溶液は、電子放出材料として、粒径が10nm以下高温高压合成ダイヤモンドパウダーを、エタノール中に超音波により分散させたものを使用した。印加電圧は第1の電極102を陽極、第2の電極104を陰極として、直流電源106から供給する直流電圧12Vを使用し、2分間行った。その後、溶液から、基体108を取り出し、室温で乾燥させた。

【0107】(工程7)次に、2%の水素を含む窒素気

流中において、300℃で30分間、500℃で60分間熱処理を加えた。

【0108】以上のようにして作製した電子放出素子を図5に示すように配置して駆動し、電子を放出させた。電源112からアノード電極111へ印加する印加電圧はV<sub>a</sub>=10kVで、電子放出部105とアノード電極111との距離Hを2mmとした。

【0109】ここで、アノード電極111として蛍光体を塗布した電極を用い、電子ビームのサイズを観察した。なお、ここで言う電子ビームサイズとは、発光した蛍光体のピーク輝度が10%の領域までのサイズのことをいう。

【0110】この電子ビーム径は、本実施例では径80μm/80μm(x/y)となった。

【0111】(実施例2)本実施例の電子放出素子の製造工程を図1を用いて説明する。ここでは本実施例の特徴のみを説明し、先の実施例と重複した部分は省略する。実施例2の(工程1)～(工程5)までは実施例1と同様である。

【0112】(工程6)次に、図1に示される誘電泳動工程では、第1の電極102と第2の電極104を陽極又は陰極として交流電圧を印加した。印加する交流電圧は、±10V、周波数は50Hzとした。

【0113】(工程7)次に、基体108を乾燥させた後、2%の水素を含む窒素気流中において、300℃で30分間、500℃で60分間熱処理を加えた。

【0114】本実施例で作製した電子放出素子の電子放出特性は、実施例1とほぼ同様であった。なお、誘電泳動工程で交電圧流を印加することにより、誘電泳動工程において電極反応によるガスの発生が抑制され、安定的に電子放出素子を製造することができる。

【0115】(実施例3)本実施例の電子放出素子の製造工程を図1を用いて説明する。ここでは本実施例の特徴のみを説明し、先の実施例と重複した部分は省略する。実施例3の(工程1)～(工程6)までは実施例1と同様である。

【0116】しかし、誘電泳動工程である(工程6)において、第1の電極102への電子放出材料の付着の後、第1の電極102と第2の電極104間に、第1及び第2の電極102、104の電位関係が付着時と逆転する直流電圧を印加した。

【0117】なお、このときの、第1の電極102の面積は、第2の電極104の面積より小さいものを使用した。このため、微細孔底面の第1の電極102に向かう電気力線を狭い面積に集中することができる。

【0118】(工程7)次に、基体108を乾燥させた後、2%の水素を含む窒素気流中において、300℃で30分間、500℃で60分間熱処理を加えた。

【0119】この(工程6)において、印加電圧を逆転する手法を用いることにより、第2の電極104上につ



いた電子放出材料であるダイヤモンド粒子を取り除くことができる。

【0120】これにより、完成した電子放出素子の第2の電極104からの電子放出を抑制できる。

【0121】(実施例4)本実施例の電子放出素子の製造工程を図2を用いて説明する。ここでは本実施例の特徴のみを説明し、先の実施例と重複した部分は省略する。

【0122】本実施例では、電子放出材料として、ダイヤモンド粒子の変わりに、カーボンナノチューブを利用した。

【0123】実施例4の(工程1)～(工程5)までは実施例1と同様である。

【0124】(工程6)次に、図2に示すような装置系を用い、誘電泳動法を行った。図2では、基体108の他に第3の電極109を溶液中に配置し、第1の電極102と第3の電極109間に電圧を印加する。なお、第1の電極102の面積は、第3の電極109の面積より小さいものを使用した。このため、微細孔底面の第1の電極102に向かう電気力線を狭い面積に集中することができる。

【0125】本実施例では、誘電泳動工程で、第1の電極102と第2の電極104間に交流電源201から供給される交流電圧 $\pm 10V$ 、第1の電極102と第3の電極109間に直流電源106から供給される直流電圧 $-100V$ を印加した。

【0126】このときの第1の電極102と第3の電極109間の距離は、 $100\mu m$ とした。

【0127】(工程7)次に、基体108を乾燥させた後、2%の水素を含む窒素気流中において、 $300^{\circ}C$ で30分間、 $500^{\circ}C$ で60分間熱処理を加えた。

【0128】この図2に示すような装置系を用い、誘電泳動工程を行うと、基体108上の微細孔の開口の大きさが、微細孔の深さよりも比較的大きい場合に、誘電泳動工程での印加電圧による開口部付近の等電位面を上方に引き上げることができ、電気力線を微細孔の開口の中央に集中させることができ、電子放出材料をより微細孔の中央部に付着させることができる。

【0129】(実施例5)本実施例の電子放出素子の製造工程を図1を用いて説明する。ここでは本実施例の特徴のみを説明し、先の実施例と重複した部分は省略する。実施例5の(工程1)～(工程5)までは実施例1と同様である。

【0130】(工程6)次に、図1に示される誘電泳動工程では、第1の電極102と第2の電極104を陽極又は陰極として電圧を印加した。この時に使用する溶液中に、金属塩である $NiCl_2$ を入れる。即ち、溶液中に金属イオンを含有させる。

【0131】以下の工程も実施例1と同様である。

【0132】このように、誘電泳動工程で使用する溶液

中に金属イオンを含有させることで、第1の電極102とダイヤモンド粒子との物理的及び電気的な接合強度が増加する。

【0133】(実施例6)以上に挙げた実施例1～5の電子放出素子を用いて画像形成装置を作製した。図7を用いて説明する。本実施例の画像形成装置には、電子放出素子を $10 \times 10$ のMTX状に配置した。

【0134】配線は、X方向配線602を第1の電極層に、Y方向配線603を第2の電極層に接続した。

【0135】電子放出素子604は、横 $150\mu m$ 、縦 $300\mu m$ のピッチで配置した。

【0136】電子放出素子604の上部には、 $2mm$ の距離を隔てた位置にアノード電極としての蛍光体である蛍光膜704を配置した。蛍光膜704には、 $10kV$ の電圧を印加した。

【0137】この結果、マトリクス駆動が可能で高精細な画像形成装置が形成できた。

【0138】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の誘電泳動法を用いて第1の電極に電子放出材料の粒子を付着する電子放出素子の製造方法は、高真空を必要とせず、大面積化が容易なプロセスであるため、電子放出素子の作製コストが低減できる。

【0139】また、誘電泳動法によるプロセスを実施すれば、電子放出面積が大きく、また孔の底面中央部に電子放出材料を集中させることができ、低電圧で高効率な電子放出が可能な電子放出素子を、安定的に作製できる。

【0140】そして、このような電子放出素子を電子源や画像形成装置に適用すると、性能に優れた電子源及び画像形成装置を供給できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態に係る誘電泳動工程を示す概略図である。

【図2】実施の形態に係る誘電泳動工程を示す概略図である。

【図3】実施の形態に係る電子放出素子の製造方法を示す流れ図である。

【図4】実施の形態に係る誘電泳動工程での電気力線を示す概略図である。

【図5】実施の形態に係る電子放出素子の駆動状態を示す概略断面図及び概略平面図である。

【図6】実施の形態に係る単純マトリクス配置の電子源を示す概略構成図である。

【図7】実施の形態に係る単純マトリクス配置の電子源を用いた画像形成装置を示す概略構成図である。

【図8】実施の形態に係る画像形成装置に用いる蛍光膜を示す図である。

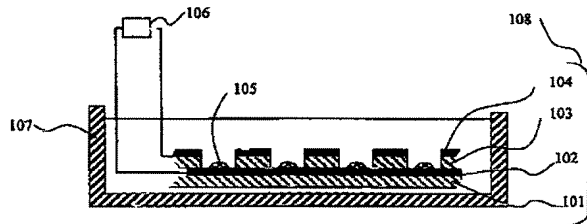
【符号の説明】

101 基板

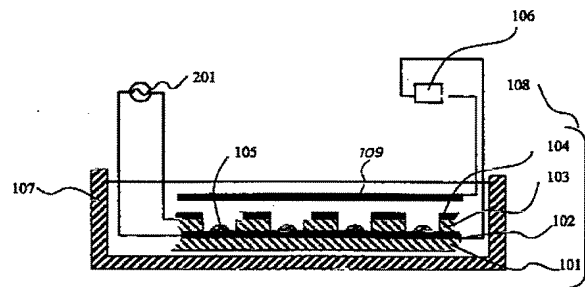
- 102 第1の電極
- 103 絶縁層
- 104 第2の電極
- 105 電子放出部
- 106 直流電源
- 107 電解槽
- 108 基体
- 109 第3の電極
- 110 電源
- 111 アノード電極
- 112 電源
- 201 交流電源
- 401 電気力線
- 402 電子放出材料の粒子

- 601 電子源基体
- 602 X方向配線
- 603 Y方向配線
- 604 電子放出素子
- 605 結線
- 701 リアプレート
- 702 支持枠
- 703 ガラス基体
- 704 蛍光膜
- 705 メタルバック
- 706 フェースプレート
- 707 外圍器
- 801 黒色導電材
- 802 蛍光体

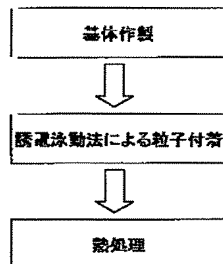
【図1】



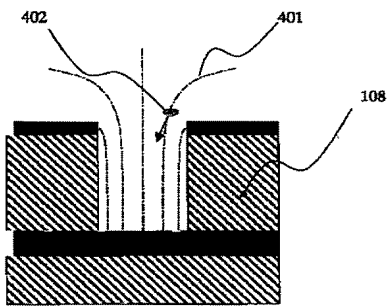
【図2】



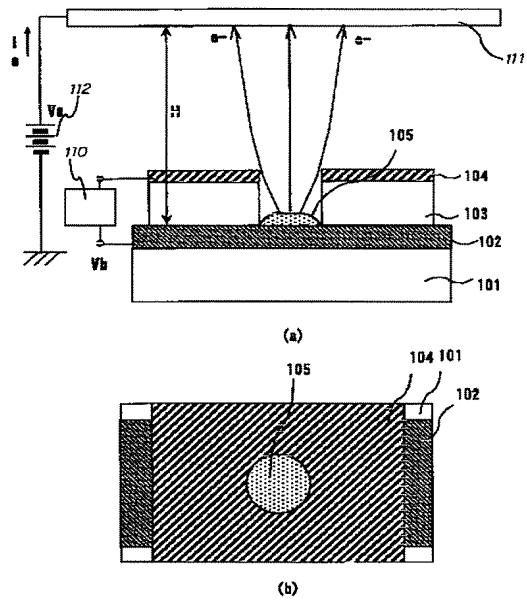
【図3】



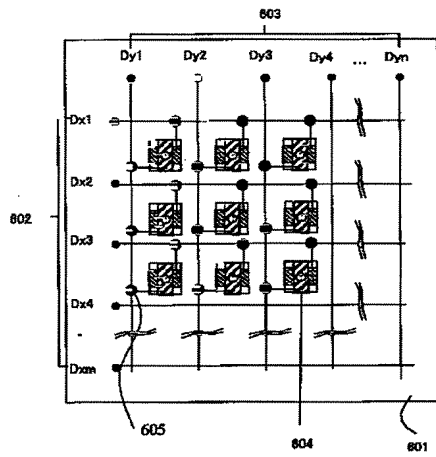
【図4】



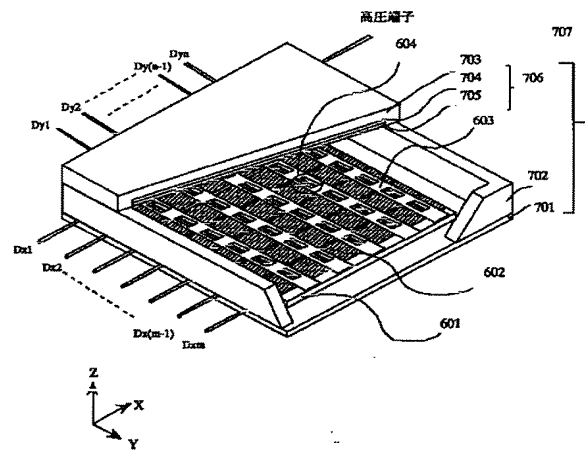
【図5】



【図6】



【図7】



【図8】

